Ueber das Eindringen des Wasserdampfes in Desinfectionsobjecte.

Von

H. C. J. Duncker
in Berlin.

Leipzig.
Verlag von Georg Thieme.
1892.



Ueber das Eindringen des Wasserdampfes in Desinfections-Objecte.

Von

H. C. J. Duncker in Berlin.

Obwohl bezüglich des hohen Werthes eines gesättigten Wasserdampfes von 100° C als zuverlässiges Desinfectionsmittel keine Zweifel bestehen, so verursacht doch die Anwendung desselben in der Praxis nicht unwesentliche Schwierigkeiten, weil man bisher nicht imstande war den Nachweis zu liefern, dass während der Dauer einer Desinfection auch wirklich Dampf dieser Qualität in das Innere der zu desinficirenden Objecte eindringt. Man war demnach auch nicht imstande, einen solchen Dampf eine bestimmte Zeit lang auf die Desinfectionsobjecte einwirken zu lassen. Und doch ist dies aus ökonomischen Gründen, und weil die Zuverlässigkeit einer Desinfection davon abhängt, absolut nothwendig.

Allerdings pflegt man die Dauer einer Desinfectionsprocedur nach Versuchen zu bemessen, welche unter ziemlich gleichen Bedingungen mit bacterienhaltigem Material angestellt wurden. Dies ist aber eine ziemlich missliche Sache, denn nach Budde[1]) ergeben selbst bestimmte Apparate und bestimmte Desinfectionsobjecte, auf dieselbe Weise benutzt, keineswegs immer dieselben Resultate, weil jeder einzelne Apparat seine Besonderheiten hat. Diese und andere Schwierigkeiten sind aber, nach demselben Verfasser, selbst mit den weitausgedehntesten bacteriologischen Untersuchungen nicht zu überwinden, da letztere kein Reagens für die Effectivität der einzelnen Desinfectionsprocedur in der Praxis ergeben können. Die bacteriologische Untersuchung hat also nur die Aufgabe, den Grad der für eine zuverlässige Desinfection nothwendigen Bedingungen zu fixiren, aber um die Anwesenheit dieser Bedingungen bei der einzelnen Desinfectionsprocedur zu controlliren, und um die zweckmässigsten Methoden für ihre Herbeischaffung zu eruiren, muss man physikalische Präcisionsinstrumente benutzen. Da nun nach Budde's Versuchen die procentige Vermehrung der Feuchtigkeitsmenge in dem Desinfectionsobjecte mit der Erwärmung seines Innern einigermaassen proportional ist, so empfiehlt derselbe die Verwendung von (Contact-)Thermometern, welche, wenn eine bestimmte Temperatur vorhanden ist, ein elektrisches Läutewerk in Thätigkeit setzen.

Aber auch das Thermometer, einseitig angewandt, ergiebt nur zweifel-

---

[1]) Zeitschrift für Hygiene. Bd. 7, 1889.

hafte Resultate, denn namentlich *Rohrbeck*[1]) macht darauf aufmerksam, dass die Eigenschaften des Dampfes durch die Temperatur allein nicht bestimmt sind, da Dampf von derselben Temperatur nass, also gesättigt, oder trocken, also überhitzt sein kann. „Nur wenn man Druck und Temperatur gleichzeitig misst, zeigt es sich, ob man es mit einem gesättigten oder trockenen überhitzten Dampf, oder aber einem Gemisch von Luft und Dampf zu thun hat."

Dies ist zweifellos richtig, leider aber besitzen wir, trotz dieser Erkenntniss, kein für die Praxis der Desinfection geeignetes Instrument, welches uns während der Dauer einer Desinfection die bezüglichen Vorgänge in dem Innern eines Objectes in zuverlässiger Weise kundgiebt. Wäre dies der Fall, so wäre es selbstverständlich nicht nur möglich, die nothwendige Desinfectionsdauer jedesmal genau zu bestimmen, sondern auch, eine fehlerhaft eingeleitete Desinfection sofort als solche zu erkennen und, sofern der Desinfectionsapparat dies gestattet, einen neuen, regelrechten Gang des Verfahrens einzuleiten. So lange dies aber nicht angängig ist, wird man schwerlich eine Desinfection mit Wasserdampf als rationell durchgeführt bezeichnen dürfen.

In anderer Weise, als es bisher geschah, versuchte ich es, das Eindringen des Wasserdampfes in Desinfectionsobjecte zu controlliren. Ich suchte zunächst festzustellen, welche vorübergehende und dauernde Formveränderungen gewisse organische Stoffe, wie Darmsaiten, thierische Häute etc. eingehen, wenn Wasserdämpfe von steigender Temperatur und Feuchtigkeit auf sie einwirken, und gleichzeitig, ob diese Veränderungen unter den gleichen Verhältnissen an ein und demselben Material regelmässig auftreten, da, wenn dies der Fall, die Möglichkeit nicht ausgeschlossen war, nach Art der bekannten Contact-Thermometer und -Pyrometer ein brauchbares elektrisches Hygrometer zu construiren.

Es ist nicht meine Absicht, die Leser mit der Beschreibung dieser Vorversuche zu ermüden, sondern ich werde mich darauf beschränken, in Kürze mitzutheilen, welche Erfolge ich bei Anwendung von Darmsaiten, meinem ersten Prüfungsobjecte, erzielte.

Wenn man eine zum Theil mit Wasser gefüllte Kochflasche über einem Bunsenbrenner langsam erhitzt und den sich nach und nach entwickelnden Dämpfen ein Stück Darmsaite aussetzt, so wird man bemerken, dass die Darmsaite zunächst langsam in Drehung geräth, dass diese Drehung mit der sich steigernden Wärme und Feuchtigkeit des Dampfes immer rascher wird, bis sie schliesslich aufhört. Lässt man den Dampf noch weiter einwirken, so zieht die Darmsaite sich langsam zusammen (sie verkürzt sich), bis sie ein Maximum der Verkürzung erreicht hat und nunmehr scheinbar unverändert bleibt. Stellt man den Versuch nun in anderer zweckmässiger Weise an, so kann man gleichzeitig die Beobachtung machen, *dass Beginn und Aufhören der Drehung der Darmsaite, sowie die Verkürzung derselben, immer annähernd bei denselben Dampftemperaturen stattfinden.*

Diese Beobachtungen veranlassten mich, zunächst ein Instrument herzustellen, welches, wenn es mit einem elektrischen Läutewerk verbunden und in einen angeheizten Dampftopf gebracht wird, ein vom Beginn bis zum Schluss der Drehung der Darmsaite währendes ungleichmässiges Glockensignal veranlasst.

Um genau zu erfahren, bei welchen Temperaturgraden Anfang und Schluss dieses Signals statthaben, wurde in einem *Koch*'schen Dampfcylinder, ungefähr 8 cm unterhalb des oberen Randes desselben, ein Drahtrost befestigt, das mit dem Läutewerk verbundene Instrument, welches ich

---

[1]) Deutsche medicinische Wochenschrift 1889 No. 50.

„Dampffeuchtigkeitsmesser"[1]) genannt habe, auf denselben gelegt, und die Quecksilberkugel des Deckelthermometers in gleiche Höhe mit dem Rost gebracht. Dann wurde langsam angeheizt. Es ergab sich dabei, dass die Signalglocke regelmässig in Thätigkeit trat, wenn das Deckelthermometer 60—65° C anzeigte, dass das Läuten 10—20 Minuten währte, und dass es bei einer Temperatur von 80—84° aufhörte.[2])

Nunmehr musste es natürlich in hohem Grade interessiren, näheres über das Eindringen von Feuchtigkeit und Wärme in das Innere von Geweben etc. zu erfahren. Zu diesem Zwecke wurden sechs Stück fast neue Handtücher je zweimal zusammengelegt, so dass sie zusammen 24 Lagen Leinwand bildeten. In diese wurden ein Dampffeuchtigkeits- und ein (Contact-)Wärmemesser derartig eingewickelt, dass die Handtücher drei volle Windungen machten, aus deren Mitte die Leitungsdrähte seitwärts hervorragten. Beide Instrumente waren also von 72 Lagen Leinewand umgeben. Die Rolle wurde dann sowohl in der Mitte, wie auch an beiden Enden, fest verschnürt und in den Dampfcylinder gebracht.

Das Ergebniss dieses Versuches war ein ganz eigenthümliches. Der Dampfcylinder wurde um 6 Uhr angeheizt, das Wasser kochte um 6 Uhr 36 Minuten, die Glocke des Dampffeuchtigkeitsmessers läutete von 6 Uhr 40 Minuten bis 6 Uhr 50 Minuten, die Glocke des Wärmemessers schlug um 6 Uhr 42 Minuten an.[3]) — Der Versuch wurde nach dem Abläuten des Dampffeuchtigkeitsmessers sofort unterbrochen, und beim Aufrollen der Handtücher zeigten deren innere Windungen noch viele trockene Stellen.

Ein zweiter Versuch verlief nicht minder eigenthümlich. In einem 18 cm hohen, 16 cm langen und 12 cm breiten Drahtkorb wurden 1,750 kg quadratisch geschnittene Leinewandläppchen von 4—5 cm Seitenlänge gleichmässig fest verpackt, doch so, dass genau in halber Höhe und inmitten des Korbes wieder ein Dampffeuchtigkeitsmesser und ein Wärmemesser mit verpackt wurden. Die Anwärmung des Dampfcylinders geschah um 6 Uhr 5 Minuten, das Wasser kochte um 6 Uhr 45 Minuten, der Wärmemesser läutete um 7 Uhr 10 Minuten, der Dampffeuchtigkeitsmesser von 7 Uhr 10 Minuten bis 7 Uhr 16 Minuten.

Diese und einige andere Versuche bewiesen, dass ich mich in meinen Voraussetzungen nicht getäuscht, und dass ich ein Mittel gefunden hatte, welches mit Sicherheit augenblicklich nachweist, wann feuchte Wärme in das Innere eines zu desinficirenden Gegenstandes eindringt.

Hiermit durfte ich aber nicht zufrieden sein, denn es war nothwendig, einen Wasserdampf von noch höherer Temperatur constatiren zu können. Ich bedurfte also eines Instrumentes, welches auf die Einwirkung eines Dampfes von 60° C noch nicht reagirt. Nach vielem vergeblichen Bemühen erhielt ich auch ein solches, und zwar dadurch, dass ich die Darm-

---

[1]) Die Beschreibung der Dampffeuchtigkeitsmesser behalte ich mir vor, bis das schwebende Patentverfahren erledigt ist.

[2]) Je langsamer die Anwärmung geschieht, desto länger währt das unterbrochene Anschlagen der Signalglocke. In gepressten grossen Lumpenballen z. B. findet die Zusammenziehung der Darmsaite, und somit das Aufhören des Läutens, oft erst nach ca. 40 Minuten statt.

[3]) Der hier benutzte Wärmemesser wurde seiner Zeit von mir construirt, um das Eindringen der Wärme in Fleisch beim Kochen desselben festzustellen. Wo nichts anderes bemerkt ist, kam der Contact und somit das Signal, bei einer Temperatur zwischen 99 und 100° C zu Stande.

saite einer besonderen Präparation unterwarf. Das Läuten des Dampffeuchtigkeitsmessers begann nunmehr bei 84—87° C und hörte auf bei 92—96° C. Dies war allerdings schon ein bedeutender Vortheil, für mich war es aber wünschenswerth, noch höhere Temperaturen messen zu können. Und dies gelang, indem ich auf Grund der eingangs erwähnten Beobachtung, dass Darmsaiten und andere thierische Gewebe sich bei höherer Temperatur und Feuchtigkeit zusammenziehen (verkürzen, schrumpfen), ein neues Instrument construirte, welches erst bei Dampf von ca. 97—99° C im Dampfcylinder ein Signal veranlasste. Damit keine Irrthümer vorkommen, bezeichne ich dieses Instrument von jetzt an als „Dampffeuchtigkeitsmesser No. 2".

Behufs vergleichender Versuche mit beiden Dampffeuchtigkeitsmessern wurde folgende Einrichtung getroffen. Auf den Rost in dem Koch'schen Dampfcylinder wurde ein etwa einen Liter Flüssigkeit haltender cylindrischer Blechtopf gestellt und dieser bis etwa 4 cm unterhalb des Randes mit Wasser gefüllt. In halber Höhe des Wasserstandes in diesem Topfe wurde ein weitmaschiges Drahtnetz befestigt und auf dieses die mit Leitungsdrähten etc. verbundenen Dampffeuchtigkeitsmesser No. 1 und 2, sowie drei geprüfte Maximalthermometer gelegt. An letzteren waren je ein Bindfaden befestigt, welche, ebenso wie die Leitungsdrähte, unter dem Deckel des Dampfcylinders hervorragten, so dass es möglich war, jeden Augenblick ein Maximalthermometer aus dem Wasser hervorzuziehen. Es konnte also, durch rechtzeitiges Hervorziehen des Maximalthermometers, genau controllirt werden, bei welcher Temperatur des Wassers der Dampffeuchtigkeitsmesser No. 1 zu läuten anfing und wieder aufhörte, sowie ebenfalls, wann No. 2 läutete. Wie die nachfolgende Tabelle zeigt, stand mir hier eine nicht geringe Ueberraschung bevor.

Nummer des Versuchs	Dampffeuchtigkeitsmesser No. 1				Dampffeuchtigkeitsmesser No. 2	
	Anfang des Läutens		Schluss des Läutens			
	Zeit	Temperatur	Zeit	Temperatur	Zeit	Temperatur
1	4 U. 15 M.	60°	4 U. 20 M.	78½°	4 U. 35 M.	94°
2	5 „ 2 „	64°	5 „ 6 „	79½°	5 „ 18 „	91°
3	5 „ 50 „	63°	5 „ 55 „	77°	6 „ 9 „	90°
4	6 „ 35 „	65°	6 „ 39 „	79½°	6 „ 45 „	91½°
5	9 „ 54 „	72°	9 „ 59 „	91°	10 „ 6 „	93½°

Es schienen meine bisherigen Versuche also ziemlich nutzlos gewesen zu sein, denn die Contacte waren bei so niedrigen Graden zustande gekommen, wie ich es vorher nur bei meinen allerersten Experimenten beobachtet hatte. Ja es musste sogar den Anschein gewinnen, als seien mit den bisher benutzten Dampffeuchtigkeitsmessern zuverlässige und gleichmässige Resultate überhaupt nicht zu erzielen. Selbst die auffällige Temperaturdifferenz bei Versuch No. 5 war wenig ermuthigend, denn ich hatte hier ein anderes als das bisher benutzte Material als Probeobject eingeschaltet.

Bevor ich mich aber entschliessen konnte, wieder von vorn anzufangen und neue Probeobjecte zu studiren, stellte ich noch eine neue Versuchsreihe mit dem bisher geprüften Material an, benutzte aber diesmal wieder, anstatt des Wassers, Dampf. Zu diesem Zweck wurde, wie schon früher, ca. 8 cm unterhalb des oberen Randes des Dampfcylinders ein Drahtnetz befestigt und auf dieses die mit Leitungsdrähten versehenen Dampffeuchtigkeitsmesser gelegt. Die Temperaturen wurden an dem Deckelthermometer abgelesen, dessen Quecksilberkugel sich in gleicher Höhe mit dem Drahtnetz befand.

Nummer des Versuchs	Dampffeuchtigkeitsmesser No. 1				Dampffeuchtigkeitsmesser No. 2	
	Anfang des Läutens		Schluss des Läutens			
	Zeit	Temperatur	Zeit	Temperatur	Zeit	Temperatur
1	10 U. 15 M.	87°	10 U. 18 M.	96°	10 U. 20 M.	99°
2	11 „ 25 „	87°	11 „ 29 „	93°	11 „ 34 „	98°
3	11 „ 52 „	85°	11 „ 58 „	92°	12 „ 2 „	98°
4	3 „ 53 „	86°	3 „ 58 „	92°	4 „ 3 „	98¼°
5	5 „ 8 „	84°	5 „ 15 „	93°	5 „ 18 „	96° [1]
6	6 „ 11 „	85°	6 „ 16 „	92°	6 „ 19 „	96° [1]

Diese Versuche warfen alle meine gehegten Zweifel über den Haufen, denn wie die Tabelle zeigt, hatte ich jetzt wieder die alten Resultate erzielt.

Vergleicht man nun diese und die vorige Versuchsreihe, so wird es auffallen, dass Wasser von 60—65° C dieselbe Wirkung auf den Dampffeuchtigkeitsmesser ausübte, wie ein Dampf von 84—87° C, denn die Temperaturdifferenz beträgt 20° C und darüber. Bei Dampf von 92—96° C ist der Unterschied schon ein geringerer, und bei Dampf von 98—99° handelt es sich nur noch um wenige Grade. Es dürfte demnach auch wahrscheinlich sein, dass ein gesättigter Dampf von 100° C für Desinfectionszwecke genau von derselben Wirkung ist wie Wasser von derselben Temperatur, und dass ein Dampf von z. B. 95° C im Koch-schen Dampfcylinder deshalb kein grösseres Desinfectionsvermögen besitzt wie Wasser von etwa 79° C, weil derselbe mit Luft vermischt ist. — Da während dieser und einiger anderer Versuche mehrfache Veränderungen an den ursprünglichen Dampffeuchtigkeitsmessern nothwendig geworden waren, musste, bevor weitere Untersuchungen angestellt werden konnten, eine nochmalige Controlle dieser Instrumente vorgenommen werden. Dieselbe wurde in der vorher beschriebenen Weise im Dampfcylinder angestellt, doch wurde jetzt auch der vorerwähnte Wärmemesser, welcher bei einer Temperatur zwischen 99 und 100° C eine Signalglocke in Thätigkeit setzt, mit auf das Drahtnetz gelegt. Wie aus der Tabelle hervorgeht, functionirten sämmtliche Instrumente auch diesmal regelmässig.

Nummer des Versuchs	Dampffeuchtigkeitsmesser No. 1				Dampffeuchtigkeitsmesser No. 2		Wärmemesser ca. 100° C
	Anfang des Läutens		Schluss des Läutens				
	Zeit	Temperatur	Zeit	Temperatur	Zeit	Temperatur	Zeit
1	5 U. 25 M.	84½°	5 U. 37 M.	95½°	5 U. 39 M.	96½°	5 U. 42 M.
2	9 „ 40 „	87°	9 „ 49 „	94°	9 „ 55 „	98½°	9 „ 56 „
3	10 „ 30 „	84½°	10 „ 37 „	92°	10 „ 47 „	96½°	10 „ 50 „
4	11 „ 55 „	85½°	12 „ 1 „	92½°	12 „ 5 „	97½°	12 „ 7 „
5	10 „ 8 „	62°	10 „ 32 „	84½°	10 „ 37 „	90°	10 „ 50 „
6	11 „ 19 „	60°	11 „ 37 „	84½°	11 „ 48 „	95½°	11 „ 54 „

Bei No. 5 und 6 wurde ein anderes als das gewöhnlich benutzte Prüfungsmaterial eingeschaltet, daher die niedrigen Grade.

[1]) Hier wurden unpräparirte Darmsaiten benutzt.

Diese Tabelle ist namentlich auch wegen der Reihenfolge der Signale beachtenswerth: zuerst läutete stets der Dampffeuchtigkeitsmesser No. 1, nach Aufhören des Läutens folgt No. 2, und zuletzt kommt der Wärmemesser. — Ferner ist zu bemerken, dass der Wärmemesser bei den Versuchen No. 1 bis 4 sehr bald nach dem Dampffeuchtigkeitsmesser No. 2 läutete, während die Zeitdifferenz bei den Versuchen No. 5 und 6 eine weit grössere ist. Die Ursache ist, wie ersichtlich, dass der Dampffeuchtigkeitsmesser No. 2 hier bei einer niedrigeren Dampftemperatur anschlug als dort, dass demnach auch eine längere Zeit erforderlich war, bis die Temperatur erreicht wurde, welche nöthig ist, um den Wärmemesser in Thätigkeit zu setzen.

Aus allen bisherigen Versuchen und Beobachtungen ging also hervor, dass die Dampffeuchtigkeitsmesser, wenn Wasserdämpfe von steigender Temperatur und Feuchtigkeit auf sie einwirken, in ganz bestimmter Reihenfolge elektrische Signale veranlassen, und dass man durch sie über die jeweilige Qualität des vorhandenen Dampfes informirt wird. Ich konnte also jetzt voraussichtlich auch controlliren, ob der Dampf bei der Desinfection eines Objectes in regelmässiger Weise in letzteres eindringt, sowie feststellen, ob und wann ein gesättigter Wasserdampf von 100° C und von noch höherer Temperatur vorhanden ist oder nicht. Denn es darf wohl mit Sicherheit anzunehmen sein, dass auch ein gesättigter Dampf von 99—100° C vorhanden ist, wenn das Signal des Wärmemessers erfolgt, nachdem die Dampffeuchtigkeitsmesser in der Reihenfolge, wie sie die letzte Tabelle zeigt, geläutet haben. Daraus folgt aber wiederum mit grösster Wahrscheinlichkeit, dass, wenn man ausser dem erwähnten, noch einen anderen Wärmemesser, welcher z. B. bei 110° C Contact giebt, in ein Desinfectionsobject legt und mit gespanntem Dampf arbeitet, man auch einen gesättigten Dampf von 110° C haben wird, wenn einige Zeit nach dem Signal des ersten Wärmemessers das des zweiten ertönt.

Behufs praktischer Erprobung der bis dahin erzielten Resultate wurde wieder der bereits erwähnte Drahtkorb mit quadratischen Leinewandläppchen voll gepresst und die beiden Dampffeuchtigkeits- und ein Wärmemesser mit verpackt. Nachdem das Wasser in dem Dampfcylinder kochte, wurde der Drahtkorb auf den Rost desselben gestellt und der Apparat mit dem Deckel verschlossen. Das Ergebniss war folgendes.

Versuch No. 1.

		Uhr	Min.
Anfang des Versuchs		10 Uhr	49 Min.
Dampffeuchtigkeitsmesser No. 1	Anfang des Läutens	11 „	10 „
	Schluss des Läutens	11 „	13 „
Dampffeuchtigkeitsmesser No. 2 läutete		11 „	15 „
Wärmemesser läutete		11 „	10 „

Versuch No. 2.

		Uhr	Min.
Anfang des Versuchs		3 „	40 „
Dampffeuchtigkeitsmesser No. 1	Anfang des Läutens	4 „	— „
	Schluss des Läutens	4 „	$2^1/_2$ „
Dampffeuchtigkeitsmesser No. 2 läutete		4 „	12 „
Wärmemesser läutete		4 „	2 „

Auch hier, wie schon früher bei dem ersten Drahtkorb- und Handtuchversuch mit Dampffeuchtigkeitsmesser No. 1 und Wärmemesser, ertönten also die Signale nicht in der Reihenfolge, welche vorausgesetzt werden konnte, denn das Signal des Wärmemessers erfolgte entweder gleichzeitig mit dem Beginn oder aber noch vor dem Aufhören des Läutens des Dampffeuchtigkeitsmessers No. 1. Es lag hier also eine Unregelmässigkeit vor, welche, wo es sich um die rationelle Durchführung einer Desinfection handelt, nicht vor-

kommen sollte und darf, und deren Eintreten folgendermaassen erklärt werden kann.

Sobald die Dampfbildung in dem Dampfcylinder stattfindet, sucht der Dampf allseitig in das Innere des von ihm umspülten Objectes einzudringen. Dabei condensirt der Dampf sich zunächst an der Oberfläche des letzteren, und in demselben Verhältniss, in welchem dies geschieht, wird die Luft aus dem Objecte verdrängt. Bei der Condensation des Dampfes aber wird Wärme frei, welche theils in den Desinfectionsraum, theils in das Innere des Objectes, sowie an die hier vorhandene Luft abgegeben wird und diese erhitzt. Nach und nach wird von dem eindringenden Dampfe und der diesem folgenden Condensationsschicht mehr und mehr Luft aus dem Objecte verdrängt. Die im Innern des letzteren noch vorhandene und zum Theil durch die Condensationsschicht abgesperrte Luft wird immer wärmer und gleichzeitig durch den andringenden Dampf feucht, so dass zu einer gewissen Zeit eine feuchtwarme Luftmischung entsteht, welche die Eigenschaft besitzt, sowohl das Läutewerk des Wärmemessers, wie auch das des Dampffeuchtigkeitsmessers No. 1 in Thätigkeit zu setzen. Denn, sowie Wasser von ca. 60° C und der Dampf des Dampfcylinders von 86° C den Dampffeuchtigkeitsmesser No. 1 in Thätigkeit setzen können, ebensowohl wird auch eine in einem gewissen Grade mit Feuchtigkeit geschwängerte Luft von 100° C gleichzeitig beide in Betracht kommenden Contacte herzustellen vermögen.

Dass im weiteren Verlaufe der beiden zuletzt mitgetheilten Versuche auch der Dampffeuchtigkeitsmesser No. 2 läutete, ändert an der Thatsache des unregelmässigen Eindringens des Dampfes in das Object nichts, sondern beweist nur, dass durch längere Fortsetzung der Procedur eine falsch eingeleitete oder unregelmässig verlaufende Desinfection anscheinend wieder in das richtige Geleise kommt.

Es war hier also wiederum die atmosphärische Luft, welche einen schädlichen Einfluss auf den Gang der Desinfection ausübte, und diesen Einfluss wird man stets spüren, wenn aus irgend welcher Ursache Luftreste in einem zu desinficirenden Objecte zurückbleiben.

Dass es mir möglich wurde, auch einige grössere Versuche anzustellen, verdanke ich dem Umstande, dass der Direktor der städtischen Fleischschau in Berlin, Dr. Hertwig, welcher seit längerer Zeit auf dem Centralschlachthofe eingehende Untersuchungen über das Eindringen der Hitze in das Fleisch bei dessen Zubereitung, mit einem grösseren Rohrbeck'schen Desinfector anstellt, mir die gelegentliche Benutzung dieses Apparates gestattete. Es war mir um so angenehmer und für meine Zwecke um so vortheilhafter, gerade einen solchen Apparat benutzen zu können, weil das Rohrbeck'sche System den Vorzug hat, sämmtliche Desinfectionsverfahren in sich zu vereinigen, sodass man beliebig in strömendem Dampf, in Dampf mit Ueberdruck und mit Hülfe eines Vacuums desinficiren kann.

Der Apparat ist ein liegender doppelwandiger Cylinder von 2,62 m Länge und 1,68 m Durchmesser, welcher an beiden Enden durch eiserne Thüren luftdicht verschliessbar ist. Der Dampf wird dem Desinfectionsraum durch ein in der Längsrichtung des Apparates angebrachtes perforirtes Rohr von oben zugeführt und kann entweder zunächst durch die Doppelwandung (den Mantel), oder aber durch mehrere am Boden des Apparates vorhandene Oeffnungen, welche in das verschliessbare Dampfableitungsrohr führen, direkt in's Freie geleitet werden. Ein besonderes Ventil ermöglicht es, den Dampf nur durch den Mantel zu leiten, wodurch der Desinfectionsraum zu einer Trockenkammer wird, in welcher die desinficirten Gegenstände sofort getrocknet werden können.

Wenn man den Dampf in dem Desinfectionsraum absperrt und kaltes Wasser durch eine zwischen den beiden Cylindern angebrachte Kühlvorrichtung schickt, so wird ersterer condensirt, und es erfolgen, wie Manometer und Thermometer ausweisen, ein negativer Druck und eine Temperaturerniedrigung im Desinfector. Der Zweck dieser, je nach Umständen ein oder mehrere male vorzunehmenden Operation ist einerseits der, einen zuverlässig gesättigten Dampf, und andererseits eine gewisse Luftleere in dem Desinfectionsraum zu erzielen, durch welche die Luft aus den Desinfectionsobjecten herausgesogen wird. Wird dann wieder Dampf gegeben, so dringt derselbe ungehindert und gleichmässiger, als es sonst der Fall ist, in das Innere der Objecte ein, wodurch wiederum die Zuverlässigkeit der Desinfection gesichert wird.

Der bei den Versuchen benutzte Dampf wurde aus einem grossen, etwa 100 Schritt von dem Desinfector entfernten Dampfkessel bezogen, in welchem letzteren eine durchschnittliche Dampfspannung von 2—2,5 Atmosphären vorhanden ist. In dem Rohrbeck'schen Desinfector ist eine Dampfspannung von einer Atmosphäre zulässig.

Wegen des zu benutzenden Objectes, oder vielmehr der Umhüllung für meine Contactinstrumente, war ich längere Zeit im Unklaren, denn bei der Grösse des Desinfectionsapparates musste es von ziemlichem Umfange und durfte es gleichzeitig nicht zu durchlässig für den Dampf sein. Der Gleichmässigkeit des Materials, der reinlichen Handhabung und des Kostenpunktes wegen wählte ich schliesslich ganz feine Holzwolle, welche ich aus einer der grössten hiesigen Holzwollfabriken bezog. Als Behälter für die Holzwolle liess ich mir cylindrische Körbe aus Weidengeflecht von 1 m Höhe und 1 m innerem Durchmesser anfertigen. Ein solcher Korb wurde zunächst in der Weise bis zur Hälfte gefüllt, dass zerzupfte Holzwolle nach und nach in kleinen Portionen hineingethan und festgetreten wurde. Der bis zur Hälfte gefüllte Korb nahm genau 25 kg, der ganze Korb also 50 kg Holzwolle auf. Nachdem der Korb bis zur Hälfte gefüllt war, wurde je ein Dampffeuchtigkeitsmesser No. 1 und No. 2, ein Wärmemesser und ein geprüftes Maximalthermometer in ein Handtuch gewickelt und in die Mitte des Korbes gelegt. Bei den meisten Versuchen wurde auch noch ein (Contact-) Wärmemesser zu 106° C[1]) mit verpackt. Dann wurden die übrigen 25 kg Holzwolle, wie bereits angegeben, darüber gepresst. Oben wurde der Korb mit einer Pferdedecke bedeckt und diese fest verschnürt. Die Leitungsdrähte wurden seitwärts durch die Korbwandung hindurchgeführt. Nachdem der so gefüllte Korb mitten in den Desinfectionsraum gebracht worden war, wurden die Leitungsdrähte mit anderen, welche durch die Wandung des Desinfectionsapparates hindurchgeführt waren, und mit einer elektrischen Batterie sowie den nöthigen Signalglocken in Verbindung standen, verbunden. Bevor ich den Desinfectionsraum verschloss, wurde in demselben noch ein geprüftes Maximalthermometer frei aufgehängt.

Um über die Leistungsfähigkeit des Desinfectionsapparates diesem Objecte gegenüber einigermaassen orientirt zu werden, liess ich zunächst bei halb geöffnetem Ventil Dampf in den Desinfectionsraum einströmen. Der Verlauf der Operation ist aus der beifolgenden Tabelle, Versuch I, ersichtlich. Die Dampfzuleitung begann um 5 Uhr 15 Minuten und als das Thermometer 100° C zeigte, wurde diese Temperatur bis 5 Uhr 33 Minuten innegehalten. Von jetzt an wurde die Temperatur bis auf 106° C gesteigert, und es ertönte darauf um 5 Uhr 35 Minuten das Signal des Dampffeuchtig-

---

[1]) Derselbe wird in dem Folgenden als „Wärmemesser No. 2“ bezeichnet werden.

keitsmessers No. 1, um 5 Uhr 47 Minuten das des Dampffeuchtigkeitsmessers No. 2 und um 5 Uhr 49 Minuten das des Wärmemessers No. 1. Von jetzt an wurde die Temperatur im Desinfectionsraum bis auf 111° C gesteigert, und die Folge war, dass der Wärmemesser No. 2 (106° C) um 6 Uhr 2 Minuten Contact gab. Der Versuch wurde nun sofort unterbrochen und der Desinfectionsapparat geöffnet. Jetzt zeigte das frei im Desinfectionsraum hängende Maximalthermometer 111° C und das im Desinfectionsobject verpackte Maximalthermometer 106° C.

Der Dampf war hier also regelmässig in das Object eingedrungen. Fatal war nur, dass die Holzwolle sich doch als etwas zu leicht durchdringbar erwiesen hatte, doch konnte mir dies wiederum ziemlich gleichgültig sein, weil ich ja keine schwierige Desinfectionsversuche, sondern nur die Prüfung meiner Contactinstrumente beabsichtigte.

Bei den Versuchen No. II bis IV wurde die dem Rohrbeck'schen Apparat eigenthümliche Kühl- (Condensations-) Vorrichtung in Mitbenutzung genommen.

Der Versuch II (vergl. Tabelle) begann um 5 Uhr. Um 5 Uhr 11 Minuten war in dem Desinfectionsraum eine Temperatur von 100° C, aber, wie das Manometer aufwies, gleichzeitig noch atmosphärische Luft vorhanden. Trotzdem wurde (das für den Dampf verhältnissmässig leicht durchdringbaren Objectes, der Holzwolle, wegen) die Kühlvorrichtung in Thätigkeit gesetzt und condensirt, bis ein negativer Druck von — 20 cm[1]) erreicht war und das Thermometer 90° C zeigte. Dann, um 5 Uhr 15 Minuten, wurde wieder Dampf in den Desinfectionsraum geleitet und die Temperatur bis 5 Uhr 31 Minuten auf 100° C erhalten. In der Zwischenzeit läuteten Dampffeuchtigkeitsmesser No. 1 von 5 Uhr 19 Minuten bis 5 Uhr 28 Minuten, Dampffeuchtigkeitsmesser No. 2 um 5 Uhr 29 Minuten und Wärmemesser No. 1 um 5 Uhr 30 Minuten.

Von 5 Uhr 31 Minuten an wurde die Temperatur in dem Desinfectionsraum bis auf 110° C erhöht, und läutete nun Wärmemesser No. 2 um 5 Uhr 34 Minuten. — Nach Schluss des Versuchs, um 5 Uhr 40 Minuten, zeigte das frei in dem Desinfectionsraum hängende Maximalthermometer 110° C, das Maximalthermometer im Object 109° C.

Auch dieser Versuch liess also nichts zu wünschen übrig: die in das Object eingelegten Contactinstrumente hatten gut functionirt, und der Dampf war regelmässig eingedrungen. — Dasselbe war bei den Versuchen III und IV, welche wohl keiner näheren Erklärung bedürfen, der Fall.

Auch der Versuch V, bei welchem nur strömender Dampf von höchstens 103° C verwandt wurde, verlief sehr regelmässig. Als aber nach Beendigung dieses Versuches ausnahmsweise ein zweiter Korb mit Holzwolle in den Desinfectionsapparat gebracht und in gleicher Weise verfahren wurde, schlugen die Signalglocken in unregelmässiger Reihenfolge an. Da hierfür kaum ein anderer Grund vorhanden sein konnte, als der, dass der Desinfectionsapparat bei Beginn dieses zweiten Versuches warm war, während ich sonst mit dem kalten Apparat begonnen hatte, so mussten einige diesbezügliche Versuche angestellt werden.

Versuch VI. Bei verschlossenem Desinfectionsapparat, aber geöffneten Abzugsventilen, wurde um 4 Uhr 25 Minuten Dampf durch den Mantel des Apparates geleitet, um die Eisenmasse anzuwärmen. Dann wurde um 4 Uhr 35 Minuten Dampf in den Desinfectionsraum eingeführt und um 4 Uhr 40 Minuten ein Ventil geöffnet, welches diesen Dampf durch den Mantel in's Freie entlässt. Das Ergebniss ist aus der Tabelle ersichtlich:

[1]) Vergl. die Anmerkung zu der Tabelle.

Dampffeuchtigkeitsmesser No. 1 und Wärmemesser No. 1 läuteten gleichzeitig.

Dasselbe ungünstige Resultat ergaben die Versuche VII und VIII, bei welchen strömender Dampf von höchstens $101^1/_2{}^0$ C Verwendung fand. — Zu bemerken ist hierzu noch, dass der Apparat auch bei Versuch VII während der Anwärmung verschlossen war, dass derselbe aber bei Versuch VIII erst nach dem Anwärmen der Kesselwandungen geschlossen wurde.

Der unerwartete Ausfall dieser letzten Versuche giebt für die Praxis der Desinfection zu mannichfachen Bedenken Veranlassung, denn es scheint aus denselben hervorzugehen, dass der Dampf nur dann in regelmässiger Weise in ein Object eindringt, wenn der Desinfectionsapparat bei Anfang der Procedur kalt ist. Es ist dies ein Umstand, welcher namentlich in Desinfectionsanstalten mit continuirlichem Betriebe Beachtung finden sollte. Zwar kommt die Sache auch hier, wie wir es schon früher gesehen haben, anscheinend wieder in das richtige Geleise, indem mit der Zeit auch die ausgebliebenen Signale nachfolgen; ob aber die Zuverlässigkeit einer solchen Desinfection dieselbe ist, wie wenn sie naturgemäss verläuft, ist eine Frage, welche zu beantworten der Zukunft anheimgegeben werden muss. Unmöglich wäre es aber auf keinen Fall, dass durch diesbezügliche sorgfältige Untersuchungen einige Räthsel, vor welchen man noch sowohl bezüglich der Desinfection, wie auch der Sterilisation von Nährmedien steht, ihre Lösung finden könnten.

Nach den zuletzt beschriebenen Misserfolgen lag es nahe, zu probiren, ob es nicht möglich sei, trotz angewärmter Kesselwandung einen regelrechten Verlauf der Desinfection zu erzielen. Das eingeschlagene Verfahren geht aus den Versuchen IX und X hervor.

Zunächst wurde um 9 Uhr 30 Minuten Dampf in den Mantel, um 9 Uhr 37 Minuten in den Desinfectionsraum und um 9 Uhr 42 Minuten der Dampf durch diesen und den Mantel in's Freie geleitet. Um 9 Uhr 45 Minuten wurde kräftig condensirt, und um 9 Uhr 53 Minuten wieder Dampf in den Desinfectionsraum gegeben. Es ertönte darauf die Signalglocke des Feuchtigkeitsmessers No. 1 um 9 Uhr 55 Minuten. Wenn ich jetzt wieder condensirt hätte, wäre vielleicht alles glücklich verlaufen. Es wurde dies aber versäumt, und die Folge war, dass der Wärmemesser No. 1 um 10 Uhr 1 Minute anschlug. Um zu retten, was noch zu retten war, d. h. um zu erreichen, dass der Dampffeuchtigkeitsmesser No. 2 möglichst früh vor dem Wärmemesser No. 2 läute, wurde nochmals condensirt.

In ähnlicher Weise wurde bei dem folgenden und letzten Versuche (X) verfahren. Zwar liess der Verlauf desselben auch noch zu wünschen übrig, weil der Feuchtigkeitsmesser No. 2 eine Minute später klingelte als der Wärmemesser No. 1, dennoch glaubte ich vorläufig auf weitere Versuche verzichten zu können, da Beweis genug dafür vorlag, dass man in gewissen Fällen den regelrechten Verlauf einer Desinfection erzwingen kann, wenn die Einrichtung des Desinfectionsapparates dies gestattet.

September 1891.

Gedruckt bei Julius Sittenfeld in Berlin W.

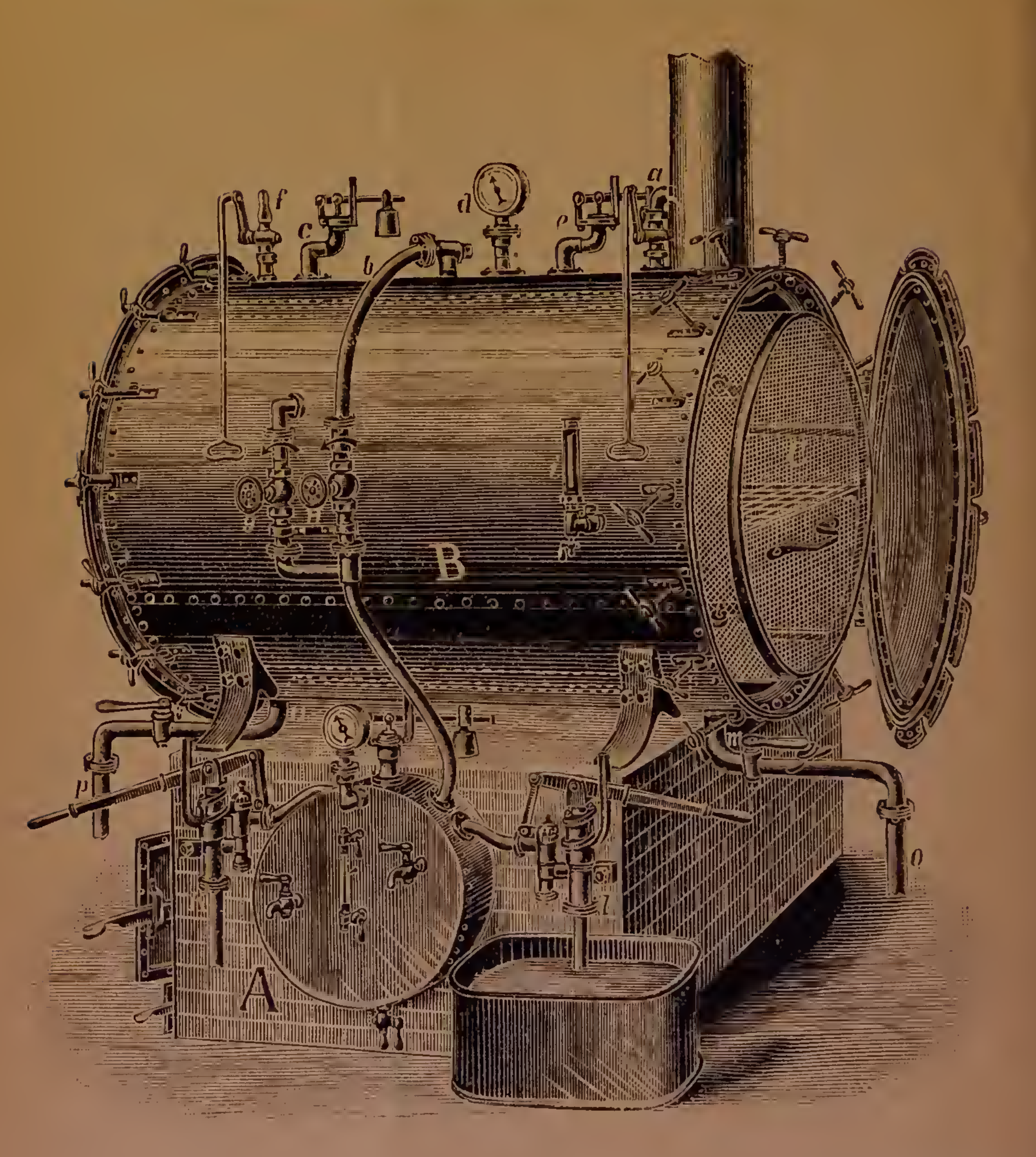
Versuche mit dem Dr. Herm. Rohrbeck'schen Desinfectionsapparat.

Nummer des Versuchs.	Dampf in den Mantel.		Dampf in den Desinfectionsraum.		Dampf durch den Desinfectionsraum und den Mantel.		Manometer		Thermometer.	Condensationszeit				Dampffeuchtigkeitsmesser No. 1				Dampffeuchtigkeitsmesser No. 2.		Wärmemesser No. 1 (99—100° C)		Wärmemesser No. 2 (106° C)		Schluss des Versuchs.		Maximalthermometer im Desinfectionsraum.	Maximalthermometer im Object.	Bemerkungen.
							Positiver Druck	Negativer Druck		Anfang		Schluss		Anfang		Schluss												
	U.	M.	U.	M.	U.	M.	Atmosph.	cm		U.	M.	U.	M.	U.	M.	U.	M.	U.	M.	U.	M.	U.	M.	U.	M.			
I	—	—	5	15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Bis 100° C.
	—	—	5	33	—	—	—	—	100°	—	—	—	—	5	35	—	—	5	47	5	49	—	—	—	—	—	—	Temperatur wird erhöht bis 106°.
	—	—	5	49	—	—	—	—	106°	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	2	—	—	—	—	Temperatur wird erhöht bis 111°.
	—	—	—	—	—	—	—	—	111°	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	2	111°	106°	
II	—	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	—	—	—	—	—	—	+ 0,1	—	100°	5	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	—	—	—	—	—	—	—	— 20[1])	90°	—	—	5	15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	—	—	5	15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	19	5	28	5	29	5	30	—	—	—	—	—	—	Temperatur gehalten bei 100°.
	—	—	5	31	—	—	—	—	100°	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	34	—	—	—	—	Temperatur wird erhöht bis 110°.
	—	—	—	—	—	—	—	—	110°	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	40	110°	109°	
III	—	—	4	40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	—	—	—	—	—	—	+ 0,05	—	100°	4	55	—	—	5	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	—	—	—	—	—	—	—	— 33	80°	—	—	5	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	—	—	5	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	11	5	13	5	16	—	—	—	—	—	—	
	—	—	5	24	—	—	—	—	106°	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	27	—	—	—	—	Temperatur wird erhöht bis 111°.
	—	—	—	—	—	—	—	—	111°	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	27	111°	110°	
IV	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	—	—	—	—	—	—	+ 0,05	—	100°	4	15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	—	—	—	—	—	—	—	— 30	84°	4 U.	21 M.			4	22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	—	—	—	—	—	—	—	— 30	80°	—	—	4	26	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	—	—	4	26	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	33	4	35	4	36	—	—	—	—	—	—	Temperatur bis höchstens 103°.
	—	—	4	36	—	—	—	—	103°	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	44	—	—	—	—	Temperatur wird gesteigert bis 110°.
	—	—	—	—	—	—	—	—	110°	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	44	110°	110°	
V	—	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	19	5	26	5	29	5	31	—	—	—	—	—	—	Temperatur gesteigert bis 103° und dabei erhalten.
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	31	—	—	
VI	4	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	—	—	4	35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	—	—	—	—	4	40	—	—	—	—	—	—	—	4	45	—	—	—		4	45	—	—	4	45	—	—	
VII	4	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	—	—	4	12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	—	—	4	21	—	—	+ 0,2	—	100°	—	—	—	—	4	25	4	31	4	34	4	27½	—	—	—	—	—	—	Temperatur erhalten bei 101½°.
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	35	—	100°	
VIII	10	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	—	—	10	32	—	—	—	—	50°	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	—	—	10	42	—	—	+ 0,2	—	100°	—	—	—	—	10	45	10	50	10	54	10	47	—	—	—	—	—	—	Temperatur wurde auf 101½° erhalten.
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	54	—	—	
IX	9	30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	—	—	9	37	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	—	—	—	—	9	45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	—	—	—	—	—	—	+ 0,08	—	100°	9	45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	—	—	—	—	—	—	—	— 35	79°	—	—	9	52	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	—	—	9	53	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9	55	—	—	—	—	10	1	—	—	—	—	—	—	
	—	—	—	—	—	—	+ 0,25	—	106°	10	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	—	—	—	—	—	—	—	— 30	83°	—	—	10	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	—	—	10	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	—	—	—	—	10	12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	18	—	—	10	26	—	—	—	—	Temperatur gesteigert bis 111°.
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	26	111°	108°	
X	3	50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	—	—	3	57	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	—	—	—	—	3	58	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	—	—	—	—	—	—	+ 0,05	—	100°	4	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	—	—	—	—	—	—	—	— 35	78°	—	—	4	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	—	—	4	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	—	—	—	—	—	—	+ 0,05	—	100°	4	17	—	—	—	—	4	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	—	—	—	—	—	—	—	— 30	84°	—	—	4	23	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	—	—	4	23	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	30	4	29	4	39	—	—	—	—	Temperatur wird gesteigert bis 110°.
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	40	110°	108°	

[1]) Der negative Druck ist angegeben, wie derselbe am Vacuummeter abgelesen wurde. Es bedeutet demnach „— 20" das partielle Vacuum im Desinfectionsraum, mithin ist der absolute Druck im Apparat 760—200 = 560 mm."



Patent-Desinfector
mit darunter liegendem Dampfkessel.



Gedruckt bei Julius Sittenfeld in Berlin W.